





(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

---

(57) 要約:

内部電極方式のプラズマ処理装置で、基板17に対面する誘導結合型の電極12は導体をその中央部で折り返して形成される形態を有する。電極12の折り返して形成された直線部分に半波長の定在波が立ち、腹が形成されるように電極の端部に高周波を供給して電極周囲にプラズマ放電を生成する。電極の直線部分で定在波の腹を積極的に生じさせ、定在波を制御して有効に活用する。高周波の周波数fは、光高速をc、折り返して形成された直線部分の長さをL1、電極の周囲に生成されたプラズマによる比誘電率を $\epsilon_r$ とするときに、 $f = (c / \sqrt{\epsilon_r}) / 2L_1$ の式で決められる。定在波を積極的に活用し、プラズマの密度分布を良好に制御し、電極周囲のプラズマパラメータを考慮して電極の構成を実現する。

## 明 系 田 書

## 内部電極方式のプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

## 技術分野

本発明は、内部電極方式のプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関し、特に、大面積基板上に太陽電池や薄膜トランジスタなどに利用されるアモルファスシリコン薄膜を形成するのに適した誘導結合型の電極を用いたプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関するものである。

## 背景技術

内部電極式プラズマCVD装置の電極構造には、従来、平行平板型の構造と誘導結合型の構造がある。

平行平板型の電極によれば、成膜速度の上昇と膜特性の向上のために高周波の周波数を上げようすると、放電が不均一になるという問題が起きる。この原因は、電極板上に定在波が生じプラズマ密度分布が不均一になること、およびアースへの帰還電流による電圧発生で望ましくない所にプラズマが発生することにある。また平行平板型の構造の場合、基板ホルダをアース電極として機能させることから基板の裏板が必須となるため、大面積の基板を成膜すべく電極板を大型化すると、この裏板と基板の間の隙間を均一に保つことが難しいという問題を提起する。また裏板の取扱いが全般的に難しくなる。以上から平行平板型電極は大面積基板の成膜には適さない。

上記の平行平板型電極に対して、誘導結合型電極は上記の問題は生じない。従って誘導結合型電極は、例えば、内部電極式プラズマCVD装置による大面積基板の成膜に適している。

面積の大きい大型基板にアモルファスシリコン薄膜を堆積させて太陽電池等を作る従来のプラズマCVD装置であって、内部電極方式で誘導結合型のプラ

ズマCVD装置としては、例えば特開平4-236781号公報に開示された装置が知られている。このプラズマCVD装置では、放電用電極は、梯子形態を有する平面形コイルで形成され、基板に対して平行に設置されている。梯子型の平面形コイルは導電性線材で形成されている。材料ガスの導入は反応容器の一箇所に設けた反応ガス導入管で行われ、反応容器内の排気は反応容器の一箇所に設けた排気管で行われている。かかる平面形コイルによって電界の強度を高め、電界の均一性を良好にしている。さらに同様な従来のプラズマCVD装置としては、例えば特許第2785442号公報に開示される装置を挙げることができる。このプラズマCVD装置において、基板に対面して配置される電極には、1本の導電性線材をジグザグになるように多数回折曲げて形成された平面コイル電極が使用されている。かかる形態を有する電極には、その両端部に、高周波電源からの高周波電圧が印加されている。

上記の誘導結合型電極について、特開平4-236781号に基づく梯子形態を有する平面形コイル電極は、各梯子段に流れる電流が均等にならず、均一な電磁界分布が得られないので、大面積基板上に均一な膜を成膜できないという問題を提起する。

梯子形態を有する平面形コイル電極は電気回路的には分布定数回路である。分布定数回路では、各部を流れる電流を単純に抵抗や経路長から求めることができない。梯子型の電極の場合、各梯子段が他の梯子段に対して持つインピーダンスや各梯子段と給電点との幾何学的な関係が各梯子段におけるポインティングベクトルの大きさに関係してくる。実験的には、給電点に近い梯子段にはとんどの電流が流れているような現象が観測される。

また特許第2785442号に基づくジグザグ形状の平面形コイル電極は、1本の長い導電性線材を折り曲げて作られており、その一端から高周波を給電するように構成されているので、給電状態が悪くなる。さらにできる限り定在波が立たないように設計されているが、構成上、望ましくない所に定在波が立つのを避けることができない。その結果、成膜に支障を生じる。すなわち、電

極上で意図しない定在波が生じ、この定在波がプラズマの分布を不良にし、成膜均一性を悪くする。

そこで、内部電極方式で誘導結合型のプラズマCVD装置等において、処理室内に設けた電極に沿って積極的に定在波を生じさせ、電極の周囲空間におけるプラズマ生成に利用することが望まれる。電極の周囲に生成されるプラズマは、定在波の腹の部分から生成用のエネルギーを得る。従って電極に沿って生じさせた定在波について、さらに腹の数あるいは腹の作られる場所を望ましい状態に制御することが望まれる。これにより、電極に沿って望ましい位置に腹が形成されるように制御可能な状態で定在波を積極的に活用し、プラズマの分布を良好に制御し、大面積基板の上に良好に成膜を行えるようにする。

さらに一般的な議論として、内部電極方式のプラズマ処理装置で定在波を生じさせる電極構成を提案する場合において、当該電極上で積極的に立てる定在波に関しては、電極に供給する高周波の周波数と、当該高周波電力に基づき処理容器内で電極の周囲に生成されるプラズマ放電との関係を、無視することができない場合が生じる。さらに電極上に立つ定在波によって電極周囲に生じる放電の条件、具体的にはプラズマのプラズマパラメータそのものが当該定在波に大きな影響を与え、電極構成の設計条件の見直しが必要となる場合がある。このような場合には、電極の構成上、プラズマパラメータを充分に考慮することが要求される。

本発明の目的は、上記の問題を解決することにあり、定在波を積極的に活用し、プラズマの密度の均一性を良好に制御し、さらに電極周囲のプラズマのプラズマパラメータを考慮して電極構成を実現し、太陽電池等の大面積基板の成膜に適した内部電極方式のプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供することにある。

## 発明の開示

本発明に係る内部電極方式のプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法は、

上記目的を達成するため、次のように構成される。

本発明に係るプラズマ処理装置は、真空の処理チャンバ内に配置される誘導結合型の電極を備える内部電極方式の装置である。上記電極は、その全長が励振波長と実質的に等しく、一端はアースされかつ他端は高周波電源に接続される。高周波電源から高周波が電極に供給されるとき電極に沿って一波長の定在波が生じるようになっている。電極に定在波が生じるとき、電極に沿って定在波の節が電極の中央部に形成され、かつこの中心点の両側の電極の各半分の部分に定在波の腹が形成される。

電極の各半分の部分に生じた定在波の部分は、互いに強め合い、電極の周囲に電磁波エネルギーが供給されて、密度が均一なプラズマが電極周囲の空間に生成される。処理チャンバ内にプラズマを生成するにあたり、電極の上に積極的に定在波を生じさせ、活用する。

上記のプラズマ処理装置において、電極は中央部で折り返してU字型の形状に形成され、電極の各半分の部分は直線部分となり、平行に配置される。

上記のプラズマ処理装置において、電極の半分の長さは、供給される高周波の波長の半分と実質的に等しくなるように設定される。

上記のプラズマ処理装置において、電極は、真空処理チャンバ内に複数層からなる層構造で配置され、複数層の電極の間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、複数の成膜実施領域のそれぞれにおいて基板成膜が行われるように構成される。この構成によれば、基板の処理効率を高めることができる。

本発明に係るプラズマ処理装置は、真空処理チャンバ内に配置される誘導結合型の電極を備える内部電極方式の装置であり、電極は、全長が励振波長の半分の自然数倍となるように定められ、一端はアースされかつ他端は高周波電源に接続され、高周波電源から高周波が電極に供給されるとき電極に沿って定在波が生じるように構成され、さらに、電極に沿って発生する定在波の節が電極の中央部に形成され、中心点の両側の電極の各半分の部分に定在波の少なくとも1つの腹が形成される。

上記のプラズマ処理装置において、電極は中央部で折り返してU字型の形状に形成され、電極の各半分の部分は直線部分となり、平行に配置され、定在波の節が折返し点に一致することを特徴とする。

上記のプラズマ処理装置において、電極は、真空処理チャンバ内に複数層からなる層構造で配置され、複数層の電極の間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、複数の成膜実施領域のそれぞれにおいて基板成膜が行われる。

本発明に係るプラズマ処理装置は、真空処理チャンバ内に配置された誘導結合型の複数の電極を備え、複数の電極の各々は、導体をその中央部で折り返してU字型の形状に形成され、折り返して形成された直線部分のそれぞれが平行になりかつ一つの平面に含まれるように並べて設けられ、さらに一端はアースされかつ他端は高周波電源に接続される。さらに複数の電極は、平行な位置関係で、給電側直線部分とアース側直線部分が隣合うように配置され、複数の電極の各々の給電側直線部分の端部から高周波が同じ位相で給電される。

上記のプラズマ処理装置において、複数の電極のそれぞれの折り返して形成された直線部分の長さは、直線部分で定在波の腹が生じるように定められることを特徴とする。

上記のプラズマ処理装置において、一つの平面内で並べて設けられた複数の電極を一つの電極アレイとして、真空処理チャンバの中に複数の電極アレイが層構造で配置され、複数層の電極アレイの間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、複数の成膜実施領域のそれぞれにおいて基板成膜が行われる。

本発明に係るプラズマ処理装置は、真空処理チャンバ内に配置された誘導結合型の電極を備え、電極は導体をその中央部で折り返してU字型に形成されている。そして、電極の折り返して形成された直線部分に半波長の定在波が立つように電極の端部に高周波を供給して電極の周囲にプラズマ放電を生成する。このとき、高周波の周波数 (f) は、光速をcとし、折り返して形成された直線部分の長さをL<sub>1</sub>とし、電極の周囲に生成されたプラズマによる比誘電率をε<sub>ρ</sub>とするととき、 $f = (c / \sqrt{\epsilon_{\rho}}) / 2L_1$ で決められることを特徴とする。

上記のプラズマ処理装置において、高周波の周波数は電極の周囲のプラズマパラメータに応じて変化される。

上記のプラズマ処理装置において、真空処理チャンバ内では、大面積基板に太陽電池機能を有する膜を形成するプラズマCVD処理が行われることを特徴とする。

上記のプラズマ処理装置において、好ましくは、電極における長さ $L_1$ は0.8m以上であることを特徴とする。

本発明に係るプラズマ処理方法は、真空処理チャンバ内に配置された誘導結合型の電極を備えたプラズマ処理装置で実施される処理方法であり、電極は導体をその中央部で折り返して形成され、電極の全長は励振波長の半分の自然数倍となるように定められ、電極の端部から高周波が給電され、電極に立つ定在波の節が折返し点に一致し、定在波で電極周囲のプラズマの密度分布を均一化したことを特徴とするプラズマ処理方法。

本発明に係るプラズマ処理方法は、真空処理チャンバ内に配置された誘導結合型の電極を備えたプラズマ処理装置で実施される方法であり、電極は導体をその中央部で折り返して形成され、電極の折り返して形成された直線部分に半波長の定在波が立つように電極の端部に高周波を供給して電極の周囲にプラズマ放電を生成する。

上記のプラズマ処理方法において、高周波の周波数( $f$ )は、光速を $c$ とし、折り返して形成された直線部分の長さを $L_1$ とし、電極の周囲に生成されたプラズマによる比誘電率を $\epsilon_r$ とするとき、 $f = (c / \sqrt{\epsilon_r}) / 2L_1$ で決められ、定在波で電極周囲のプラズマの密度分布を均一化したことを特徴とする。

上記のプラズマ処理方法において、高周波の周波数は電極の周囲のプラズマパラメータに応じて変化されることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係るプラズマ処理装置の基本の実施例の内部構造を示し

た電極の正面図である。

第2図は、基本実施例の内部側面図である。

第3図は、本発明の他の実施例の内部構造を示した電極の正面図である。

第4図は、本発明の他の実施例の内部構造を示した電極の正面図である。

第5図は、上記他の実施例の内部側面図である。

第6図は、基板を搬送する機構の一例を示す図である。

第7図は、本発明の他の実施例の内部構造を示す側面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の好適な実施例を添付図面に基づいて説明する。

第1図と第2図を参照して本発明の基本的な実施例を説明する。この実施例によるプラズマ処理装置は、一例として太陽電池の機能を有する薄膜を基板に堆積させるための誘導結合型のプラズマCVD装置である。

成膜チャンバ11は、内部に搬入された基板に対してプラズマCVDによる成膜が行われる反応容器であって、内部に所要の真空状態が作られる真空処理チャンバである。成膜チャンバ11において例えば縦置き状態にて一つの電極12が配置されている。この電極12の一端に後述するごとき周波数の高周波電力が供給される。電極12は成膜チャンバ11内へ高周波電力を供給するアンテナとして機能する。電極12は、好ましくは、供給される高周波の周波数との関係において、所要の長さおよび直径を有する線状導体（導電性線状部材）を、その中央部（折返し点）を基準にして一つの平面内に含まれるように曲げて折り返し、正面から見た形状が実質的にU字型の形状となるように形成されている。電極12は、湾曲して成る折曲げ部分と、実質的に平行な二つの直線部分を有している。

この実施例では、電極12は、例えば、折曲げ部分を上側にし、開いた端部を下側にし配置されている。平行な二つの直線部分は垂直な状態で配置されている。なお折曲げ部分を下側にし、端部を上側にして配置することも可能であ

る。電極を支持する構造の図示は省略されているが、任意の支持構造を採用することができる。

線状導体を二つ折りにすることによってU字型電極12が形成され、その半分の長さは、中心点12aと端部の間の長さとして図中L3で示されている。長さL3の部分は、電極12における折り返されて形成された直線部分（以下「折返し直線部」ともいう）の長さであり、定在波の腹を生じさせる部分である。

電極12では一方の端部12bに対して高周波電力が供給される。高周波電力を供給する高周波電源13は成膜チャンバ11の外側に設けられている。高周波電源13からの給電線14は、成膜チャンバ11に設けられた接続部15を経由して成膜チャンバ11の内部に引き込まれ、電極12の一方の端部12bに接続される。これにより電極12に高周波電力が供給される。接続部15は、給電線が成膜チャンバ11の壁部を貫通するフィードスルー構造を有している。電極12の端部12bは給電点となる。

電極12の他方の端部12cは成膜チャンバ11に電気的に接続されている。成膜チャンバ11は導電性部材（金属部材）で作られ、かつアースされることによりアース電位に保持されている。従って電極12の他方の端部12cはアースされることになる。なお高周波電源13の他方の線13aはアースされている。

U字型の電極12の両端部の間に高周波電源13によって従来において利用されていた通常の高周波（例えば13.56MHz）よりも高い周波数の高周波が給電される。ここで利用される高い高周波は、例えば60MHz、あるいはそれより高い周波数を有する高周波である。ただし本実施例の場合、電極12に供給される高周波の周波数は、電極12の周囲に生成されるプラズマパラメータを考慮して後述のごとく特定の方法で決定される。

上記電極12に対して、その片方の側に、当該電極が含まれる平面に平行な状態で例えば1枚の裏板16が配置される。この裏板16における電極側の面

には例えば4枚の円形の基板17が配置されている。裏板16はヒータを内蔵する基板ホルダとしての機能を有している。また裏板16において4枚の基板17は、U字型の電極12の長さ方向に沿って並べられている。第1図に示されるごとく、この実施例では、4枚の基板17はU字型電極12の2本の直線部の間の空間の箇所に対応して存在するように配置されている。

本実施例によるプラズマCVD装置は、誘導結合型電極であるので、平行平板型電極とは異なり、上記の裏板は必ずしも必要ではない。ただし基板温度の均一性の向上や、ヒータへの電磁界の遮蔽のために裏板を使用することは好ましい。なお第1図と第2図に示すプラズマCVD装置では、説明の便宜上、材料ガス供給機構、真空排気機構（真空ポンプ）、基板ホルダ、基板加熱機構の詳細な構造、基板冷却機構等の図示が省略されている。

電極12に使用される線状導体は例えば丸棒状で、材質的にはステンレスやアルミ等の金属材料が使用される。電極12が丸棒状の場合、直径は例えば5mm以上である。第1図では、二つ折りによって得られる直線部分の長さL1と、二つの直線部分の間の幅L2の関係について、説明の便宜上長さL2が誇張して実際よりも大きく描かれているが、実際上好ましい実施例としてはL1は例えば75cm～2.0m、L2は例えば約8cmである。従って、電極12の上側の折曲げ部分の湾曲の程度も、実際の電極では、図示される程は大きくはない。第1図では、電極の折返し直線部の長さとして、直線部分の長さL1と、折曲げ部分の半分を含めた長さL3が示されているが、折曲げ部分は直線部分の長さに比較してかなり小さいものであるから、長さL1と長さL3は実際上実質的に同一と考えることができる。

長さL1については、実際のところ、成膜すべき基板の大きさに応じて決められると共に、定在波を制御される状態で生じせしめるため必要な長さとして設定されるので、供給される高周波の周波数との関係で決められる。例えば周波数が120MHzのときには長さL1は1.25mとなる。

原則的に、電極12における折返し直線部の長さL1（または長さL3）は、

供給される高周波の周波数が  $f$  、光速を  $c$  、波長を  $\lambda$  とするとき、  $L_1 = c / 2f = \lambda / 2$  (または  $f = c / 2L_1$ ) … (1) の関係式で求められる。この関係式によれば、電極の大きさ (寸法等) が基板 (建材であるガラス等) との関係で決められると、電極に供給される高周波の周波数が決まり、反対に、高周波の周波数が決まると、電極の寸法等が決まることになる。

上記の関係式 (1) に従えば、  $L_1$  は高周波の波長の半分と実質的に等しくなり、また電極 1 2 の全体の長さ  $L_0$  ( $= 2L_1$ ) は実質的に  $\lambda$  となる。

周波数 120 MHz よりも小さくなると、長さ  $L_1$  は 1.25 m よりも大きくなり、成膜チャンバ 1 1 の内部に設けることができない場合も生じる。このような場合には、例えば同軸ケーブル構造を電極 1 2 の端部に附加して電磁波に関する遅波構造を設け、これにより  $L_1$  の長さを小さくすることが可能となる。このようにして、前述のごとく  $L_1$  は好ましくは 75 cm ~ 1.25 m の範囲に設定される。  $L_1$  、  $L_2$  の長さは、目的に応じて任意に変更することが可能である。

上記のごとき形状を有する電極 1 2 によれば、高周波電源 1 3 から高周波を給電すると、折り返して形成された直線部分、すなわち長さ  $L_1$  を有する二つの直線部分で半波長分の定在波を生じさせることが可能となる。二つの直線部分の各々の中央部では定在波の腹を生じさせ、折返し点である中央点 1 2 a で節を生じさせるように、電極 1 2 で生じる定在波を制御している。

換言すると、好ましくは、電極 1 2 における二つの平行な直線部分の各々で例えば一つの腹が生じるごとく積極的に定在波を立たせるように、電極 1 2 の形状および寸法が設計され、かつ、電極 1 2 に供給される高周波の周波数が決定されている。さらに、高周波電源 1 3 から U 字型の電極 1 2 へ高周波を給電するにあたって、給電点を一方の端部 1 2 b とし、他方の端部 1 2 c をアースに接続するようにした。これによって、電極 1 2 には 1 波長分の定在波が生じ、かつ電極 1 2 における二つの直線部分で制御された定在波が作られる。U 字型の電極 1 2 の二つの直線部分で生じる半波長に相当する定在波は、各々の腹の

位置が一致し、かつ直線部分の間の領域で定在波が互いに強め合うような関係に維持される。その結果、電極12の二つの直線部分の間の領域およびその周囲の領域において密度が均一なプラズマが生成される。

上記のごとき電極12を備えた成膜チャンバ11によれば、成膜チャンバ11の内部が真空ポンプによって所要の真空状態に排気され、材料ガス等が導入され、さらに電極12に端部12bから例えば100MHzの高周波が給電されると、二つの直線部分に制御された定在波が立ち、U字型電極12の周囲空間には均一な密度のプラズマ18が生成される。裏板16の上に設けられた4枚の丸形基板17にはプラズマCVDの作用によって成膜が行われる。U字型電極12には、電極12の中央に位置する給電点12aを基準にして各半部、すなわち前述した二つの折返し直線部の各々に定在波が生じ、この定在波は、プラズマの分布が良好となるようにプラズマ18を制御する。特に前述のごとく電極12における二つの直線部分に生じる半波長分の定在波が強め合うようにならなければならぬので、電極12の周囲空間に生成されるプラズマ18の密度が低下することなく、プラズマ18は望ましい密度分布状態に制御される。

なお電極12の二つの折返し直線部の各々における腹の数は一つに限定させる必要はない。例えば、前述の寸法を有する電極12において、100MHzよりも高い周波数の高周波を給電することによって、例えば複数の腹が生じるよう定在波を立てることができる。この場合において、電極12の全長と、励振用に供給される高周波の波長との関係においては、電極の全長が励振波長の半分の自然数倍になり、かつU字型電極12の折返し点には定在波の節が生じるよう関係が保持されている。

電極の全長と給電される高周波の波長との関係については、前述のごとく電極12の折返し直線部において定在波が形成される波長を選択することによって、アンテナとしての電極の周囲に強い電磁界強度を作り出すことができる。放電周波数がずれると、電極の給電点から進行する進行波とアース点から戻る反射波とが互いに電極の上でうち消し合い、結果的に電極周辺に有効な電磁界

を生成することができなくなる。このことは、実験的に、電極の長さ（アンテナの長さ）と励振高周波の波長との間に前述したごとき特定の関係を与えないこと、放電が発生しないという現象として観測される。

特に、電極全体の長さとして一波長としてと一致すると、給電点または折返し点、アース点で節になり、他の残りの部分でゼロでない強さの電磁界が発生する。従って、このゼロでない電磁界を利用してプラズマを形成することで、電極の直線部分の中央付近で均一な成膜を行うことができる。

さらに上記構成で、U字型電極1 2の折曲げ部分は、厳密には湾曲させる必要はなく、鋭角に折曲げたり、角をつけて折り曲げるようにもよい。また電極1 2の二つの折返し直線部は厳密に平行である必要はない。電極の形状はU字型ではなく、例えばV字型のようなものでもよい。

さらに2本の直線状導体を平行に配置し、それらの一端側を他の連結導体で連結して、全体としてU字型に似せて電極を作ることも可能である。すなわち、いくつかの導体を組み合わせてU字形状を作り、電極1 2に相当する電極を形成することもできる。

また上記構造では、電極1 2を垂直方向に縦置きにしたが、電極1 2を水平の横置きにすることもできる。この場合、裏板や基板も水平な横置き状態で配置される。

上記実施例によれば、誘導結合型の電極を使用するため、容量結合型の電極に比較してプラズマ密度を上昇させやすいという利点を有する。さらに電極の形状を好ましくはU字型とし、給電点を電極の一方の端部とすることにより、二つの折返し直線部の各々に生じる定在波の相互作用によりプラズマが強め合い、プラズマの密度の不均一性が生じにくい。

また上記の実施例によれば、平行平板電極に比較して安価に製作することができ、さらに大面積の基板の成膜に適している。

例えば100MHzの高周波を使用すると、高周波の波長λは3mである。このため電極1 2の大きさは150cm（長さ）×12cm（幅）程度となり、

成膜に有効な面積は  $120\text{ cm} \times 10\text{ cm}$  程度となる。第1図等では、成膜対象として丸形基板を描いたが、本実施例によるプラズマCVD装置によれば、矩形基板を成膜することがより適している。また静止対向の成膜だけではなく、大面積基板の通過成膜にも適している。上記のごとき高周波を利用した内部電極方式のプラズマCVD装置によれば、成膜中の膜へのイオン衝撃が減少し、良好な膜特性を得ることができ、大面積で、高品質の成膜を行うことが可能となる。

次に、前述した原則的な内部電極の設計の仕方において、さらに、実際の条件を考慮する。

実際の条件を考慮した電極設計（アンテナ設計）では、次のような変形的な実施例が考えられる。高周波電源13から電極12に対して高周波を与えると、成膜チャンバ11内において放電用ガスの導入や所要の減圧状態等の条件の下で電極12の周囲に放電が生じ、プラズマが生成される。電極12の周囲にプラズマが生成されると、最初の原則的な電極設計（自由空間で比誘電率 $\epsilon_r$ が1である）による周囲空間の比誘電率の値が異なる値になる。その結果、原則的な電極設計では、電極の長さとの関係で電極の半分の長さの部分に半波長の定在波が立つようにならなければならず、この設計が成立しなくなる。そこで、電極12の寸法的な条件が与えられているときにおいて、高周波給電の後に電極12の周囲に放電が起こることを想定し、プラズマパラメータを想定して高周波の周波数を決定することが要求される。

電極12の周りで放電が生じ、プラズマが生成されていると、電極12の周囲の空間の比誘電率は1でない。そこで電極12に供給される高周波の周波数は、電極12の周囲の放電条件を考慮し決定される。すなわち、電極12の周囲のプラズマの比誘電率を $\epsilon_r$ として周波数 $f$ は $(c/\sqrt{\epsilon_r})/2L_1 \dots (2)$ として決定される。なお、プラズマの比誘電率 $\epsilon_r$ は、 $\epsilon_r = 1 - \omega_p^2/\omega$  ( $\omega - j\nu$ )  $\dots (3)$  の式で与えられる。ここで、 $\omega_p$  は電子密度で決まるプラズマ周波数であり、 $\omega$  は放電周波数であり、 $\nu$  は放電圧力で決まる衝突断面積である。

る。上記の(2)式の $\varepsilon_r$ は(2)式の実数部の値であり、必ずしも1以上とは限らない。

プラズマの誘電率は放電条件により異なるため、周波数の決定は非常に難しい。そこで実際には、実験によって最適な放電周波数を決定する。

次に第3図を参照して本発明の他の実施例を説明する。第3図は、前述の第1図と同様な図である。第3図において、第1図で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。この実施例では、さらに大型の矩形基板21に対して成膜を行うのに適した構成を有する電極を備えた、内部電極方式で誘導結合型のプラズマCVD処理装置を示している。矩形基板21は大きな面積を有し、好ましくは、太陽電池に利用される非晶質ケイ素の膜が形成されるガラス基板である。大面積の大型矩形基板21の成膜面に対応するように、プラズマ生成領域も広域に設定され、そのため電極に関する構成部分は、前述のU字型電極12と同じ電極を5つ用意して構成されている。5つの電極22A, 22B, 22C, 22D, 22Eは、矩形基板21の成膜面に平行な例えれば垂直な一つの平面内に含まれるように配置され、かつ各々の直線部が互いに平行にかつ好ましくは等間隔になるように平行になるように並べて設けられている。電極22A～22Eによって構成される電極アレイにおいて、各電極は折曲げ部を上にし、端部を下側にしている。電極22A～22Eの各々は成膜チャンバ11の下壁に固定されている。各電極の一方の端部には接続部15が設けられ、他方の端部は成膜チャンバ11に接続され、アースされている。また第3図に示した成膜チャンバ11は、第1図に示した成膜チャンバに比較して、矩形基板21の大形化に伴って大型になるように形成されている。なお成膜チャンバ11は前述したようにアースされている。

第3図で示した構成では、5つの電極22A～22Eは成膜チャンバ11に別々に取り付けられているが、電極アレイとして、各電極の2つの平行な直線部分に前述のごとき定在波が生じるよう構成されている。

5つの電極22A～22Eの各々には、成膜チャンバ11の外側に設けられ

た単一の高周波電源 13 から所定の周波数を有する高周波が各接続部 15 を介して同じ位相関係を保持して供給される。供給される高周波の周波数の決定の仕方は前述の実施例で説明した通りであり、放電条件を考慮して周波数が決定される。高周波電源 13 から電極 22A～22E のそれぞれに供給される高周波は、各電極の直線部分で制御された定在波が生じるように設定されている。

電極 22A～22E の各々における直線部で生じる定在波は、前述の通り、電極周囲の空間のプラズマ密度が均一になるように制御される。

上記の技術事項を具体的に説明する。第 3 図において、中央に位置する電極 22C に注目する。電極アレイにおいて、電極 22C の給電側直線部は、左隣の電極 22B のアース側直線部と隣り合っている。電極 22C のアース側直線部は、右隣の電極 22D の給電側直線部と隣り合っている。電極 22C だけを見ると、給電側直線部とアース側直線部の間では、電磁界のベクトル方向としては逆の位相になっている。電極 22C の給電側直線部とアース側直線部の間の領域では電磁界は強め合う。電極 22C における給電側直線部の外側とアース側直線部の外側については、隣り合う電極 22B, 22D との関係において、電極 22B, 22D にも電極 22C と同じ位相の高周波を供給することによって、電極 22C の給電側直線部と電極 22B のアース側直線部の間の領域、電極 22C のアース側直線部と電極 22D の給電側直線部の間の領域でも同様な電磁界が強め合う関係が作られる。これによりこれらの領域で密度の均一なプラズマが生成される。以上の特性は、電極 22A～22E のいずれに着目しても成り立つ。

従って、矩形基板 21 の成膜面の前面空間では、電磁界の強弱のムラが生ぜず、密度分布が均一なプラズマが生成され、大面積の矩形基板 21 に均一な膜厚の膜が形成される。電極 22A～22E の各々で生じる定在波を、上記のごとく望ましい状態に制御することで、膜厚の均一性が向上する。

上記の実施例で、電極の個数は、成膜対象である基板の大きさに応じて任意に定めることができる。また使用する高周波電源の個数は一つが好ましいが、

複数とすることも可能である。

次に第4図と第5図を参照して本発明の他の実施例を説明する。これらの図において、前述の実施例で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。この実施例では、3つの電極32A, 32B, 32Cが設けられ、これら3つの電極を一組の電極アレイして、三層の電極アレイ33, 34, 35が所定間隔をあけて層構造で設けられている。電極32A～32Cの各々構成は前述の基本実施例で説明した電極12と同じである。三層の電極アレイ33～35のそれぞれにおいて、電極32A～32Cは垂直な同一平面内に含まれかつ等間隔になるように配置されている。さらに三層の電極アレイ33～35は、それが作る平面が平行になるように配置されている。電極アレイ33～35の各々の両側には矩形基板31が、各電極アレイが作る平面に対してその成膜面が平行になるように配置されている。矩形基板31はガラス基板である。さらに第5図に示されるように、成膜チャンバ11内において、最外側の矩形基板の外側にはヒータ36が配置されている。ヒータ36は、矩形基板31を所定温度に保持する。成膜チャンバ11はアースされている。

上記において、電極アレイ33～35における電極32A～32Cの各々には、单一の高周波電源から接続部15を経由して高周波が供給される。各電極に供給される高周波の周波数は、上記実施例で説明した通り、電極の周囲に生成されるプラズマパラメータを考慮して決定される。電極アレイ33～35の電極32A～32Cの各々には、前述のごとく、制御された定在波が生じる。電極アレイ33～35の電極32A～32Cの各々の両側には、成膜チャンバ11内が所要の真空状態に保持され、材料ガス等が導入されるという条件の下で、均一なプラズマが生成される。6枚の矩形基板31の各成膜面には、高周波（例えばRF）を利用するプラズマCVDの作用に基づいて成膜が行われる。また本実施例の構成では、電極が誘導結合型であるので、矩形基板31をアース電位に保持するための裏板が不要となる。このことは第3図で示した構成の実施例の場合も同様である。第4図と第5図では基板31のみが示されている

が、実際には基板31は支持フレームで保持されている。支持フレームはサッシ（窓枠）状の形態を有している。

第6図に、2枚の基板31をセットで支持するサッシ状の支持フレーム37を示す。支持フレーム37の下部には基板搬送機構38を設け、案内軌道上を移動させるように構成されている。基板31は、第5図または第6図において紙面に垂直な方向に搬送される。

U字型電極では電力供給端部とアース端部が同一面内に位置する形状を有し、複数のU字型電極を並べる場合にも同一平面内に配置することができるので、第5図に示されるごとく所定間隔をあけた層構造を利用することにより、多領域成膜装置を容易に実現することができる。このように多領域の成膜を可能することによって、多数枚の基板を同時に成膜することができ、成膜のスループットを向上することができる。さらに層構造を利用すれば、成膜チャンバの表面積に対する矩形基板の成膜面の表面積の比が大きくなるので、熱の逃げを抑制でき、消費電力を抑制することができる。

さらに上記実施例によれば、また成膜対象である基板の裏板を省略できるので、従来では必要とされた、裏板の昇温に費やされる電力のコスト、裏板の冷却に要する冷却水のコスト、裏板の取扱いに要するランニングコスト、搬送機構への負荷による装置コストなどを、低減することができる。また裏板が設けられた従来の場合には、裏板・基板間の密着度合いの不均一や再現性に起因して膜厚の不均一や膜特性の不良という問題があったが、これらを解消できる。

第7図に本発明の他の実施例を示す。この実施例では、キャリア搬送式のプラズマCVD装置に対して本発明に係るU字型電極を設けた構造を示している。U字型電極に関する構造は、ほぼ第5図に示した構造と同じである。従って第7図において、第5図で示した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を示している。この実施例では、成膜チャンバ11の下部に、キャリア式の基板支持機構41を備えた基板搬送機構42を設けている。そのため、前述の三層の層構造を有した電極アレイ33～35は、成膜チャンバ11の上壁に取り付け

られ、成膜チャンバ11内で垂直に垂れ下がるように配置されている。その他の構造は第5図で説明した構造と同じである。基板支持機構41によって支持された複数の基板31は、例えば、成膜が終了した後に、基板搬送機構42によって第7図中において紙面に垂直な方向に搬送される。

この実施例においても、多成膜領域によって多数枚の基板を同時に成膜することができ、さらに成膜対象である基板に裏板を設ける必要がなく、上記実施例で説明された前述の各効果が発揮される。

前述の各実施例において、電極の折曲げ部と端部に、誘電体（絶縁体）で形成されたカバーを設けて、各部分を被覆することもできる。このカバーは電極からの電磁界を遮断する電磁遮蔽部として機能する。このカバーは、電極におけるインピーダンスを調整するための要素としての機能を持たせることもできる。上記のカバーとしては例えば同軸ケーブル構造である。

前述の各実施形態では、U字型電極において、電極の全長が励振波長（ $\lambda$ ）の1倍になるように定められたが、同様な作用および効果は、一般的に、折返したU字型形状またはこれに類似する形状を有する電極であって、電極の全長を、供給される高周波の励振波長の半分の自然数倍にし、かつ、この場合において、電極の一端部から高周波を給電しつつ他端部をアースし、電極に立つ定在波の節が電極の折返し点に一致させ、かつ直線部に腹を形成することによって、生じさせることができる。

以上において図を参照して本発明の実施例を説明したが、本発明は上記の実施例に限定されるものではない。本発明の技術思想を逸脱しない範囲で任意の実施例に適用することができるるのは勿論である。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る内部電極式のプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法は、大面積基板の成膜に適し、例えば大型基板にアモルファスシリコン薄膜を堆積させて太陽電池等を作るのに有用である。

## 請求項の範囲

1. 真空処理チャンバ内に配置される誘導結合型の電極を備える内部電極方式のプラズマ処理装置において、

前記電極は、全長が励振波長と実質的に等しく、一端はアースされかつ他端は高周波電源に接続され、前記高周波電源から高周波が前記電極に供給されるとき前記電極に沿って一波長の定在波が生じるように構成され、

前記電極に沿って発生する定在波の節が前記電極の中央部に形成され、前記中心点の両側の前記電極の各半分の部分に前記定在波の腹が形成される、

ことを特徴とする内部電極方式のプラズマ処理装置。

2. 前記電極は前記中央部で折り返してU字型の形状に形成され、前記電極の前記各半分の部分は直線部分となり、平行に配置されることを特徴とする請求項1記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

3. 前記電極の前記半分の長さは前記高周波の波長の半分と実質的に等しいことを特徴とする請求項1記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

4. 前記電極は、前記真空処理チャンバ内に複数層からなる層構造で配置され、複数層の電極の間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、前記複数の成膜実施領域のそれぞれにおいて基板成膜が行われること特徴とする請求項1記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

5. 真空処理チャンバ内に配置される誘導結合型の電極を備える内部電極方式のプラズマ処理装置において、

前記電極は、全長が励振波長の半分の自然数倍となるように定められ、一端はアースされかつ他端は高周波電源に接続され、前記高周波電源から高周波が前記電極に供給されるとき前記電極に沿って定在波が生じるように構成され、

前記電極に沿って発生する定在波の節が前記電極の中央部に形成され、前記中心点の両側の前記電極の各半分の部分に前記定在波の少なくとも1つの腹が形成される、

ことを特徴とする内部電極方式のプラズマ処理装置。

6. 前記電極は前記中央部で折り返してU字型の形状に形成され、前記電極の前記各半分の部分は直線部分となり、平行に配置され、前記定在波の前記節が折返し点に一致することを特徴とする請求項5記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

7. 前記電極は、前記真空処理チャンバ内に複数層からなる層構造で配置され、複数層の電極の間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、前記複数の成膜実施領域のそれぞれにおいて基板成膜が行われることを特徴とする請求項5記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

8. 真空処理チャンバ内に配置された誘導結合型の複数の電極を備え、

複数の前記電極の各々は、導体をその中央部で折り返してU字型の形状に形成され、前記折り返して形成された直線部分のそれぞれが平行になりかつ一つの平面に含まれるように並べて設けられ、さらに一端はアースされかつ他端は高周波電源に接続され、

複数の前記電極は、平行な位置関係で、給電側直線部分とアース側直線部分が隣合うように配置され、

複数の前記電極の各々の前記給電側直線部分の端部から高周波が同じ位相で給電されることを特徴とする内部電極方式のプラズマ処理装置。

9. 複数の前記電極のそれぞれの折り返して形成された直線部分の長さは、前記直線部分で定在波の腹が生じるように定められることを特徴とする請求項8記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

10. 一つの平面内で並べて設けられた複数の前記電極を一つの電極アレイとして、前記真空処理チャンバの中に複数の前記電極アレイが層構造で配置され、複数層の前記電極アレイの間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、前記複数の成膜実施領域のそれぞれにおいて基板成膜が行われることを特徴とする請求項9記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

11. 真空処理チャンバ内に配置された誘導結合型の電極を備え、前記電

極は導体をその中央部で折り返してU字型に形成され、

前記電極の折り返して形成された直線部分に半波長の定在波が立つように前記電極の端部に高周波を供給して前記電極の周囲にプラズマ放電を生成し、このとき、前記高周波の周波数（f）は、光速をcとし、折り返して形成された直線部分の長さをL<sub>1</sub>とし、前記電極の周囲に生成されたプラズマによる比誘電率をε<sub>ρ</sub>とするとき、

$$f = (c / \sqrt{\epsilon_{\rho}}) / 2L_1$$

で決める特徴とする内部電極方式のプラズマ処理装置。

12. 前記高周波の周波数は前記電極の周囲のプラズマパラメータに応じて変化されることを特徴とする請求項11記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

13. 前記真空処理チャンバ内では、大面積基板に太陽電池機能を有する膜を形成するプラズマCVD処理が行われることを特徴とする請求項11記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

14. 前記電極における前記長さL<sub>1</sub>は0.8m以上であることを特徴とする請求項11記載の内部電極方式のプラズマ処理装置。

15. 真空処理チャンバ内に配置された誘導結合型の電極を備えたプラズマ処理装置において、

前記電極は導体をその中央部で折り返して形成され、前記電極の全長は励振波長の半分の自然数倍となるように定められ、前記電極の端部から高周波が給電され、前記電極に立つ定在波の節が折返し点に一致し、かつ前記電極の各半分の部分に前記定在波の腹を生じさせ、前記定在波で前記電極周囲のプラズマの密度分布を均一化することを特徴とするプラズマ処理方法。

16. 前記電極の全長は励振波長の半分の2倍となることを特徴とする請求項15記載のプラズマ処理方法。

17. 真空処理チャンバ内に配置された誘導結合型の電極を備えたプラズマ処理装置において、

前記電極は導体をその中央部で折り返して形成され、

前記電極の折り返して形成された直線部分に半波長の定在波が立つように前記電極の端部に高周波を供給して前記電極の周囲にプラズマ放電を生成し、このとき、前記高周波の周波数（f）は、光速をcとし、折り返して形成された前記直線部分の長さをL<sub>1</sub>とし、前記電極の周囲に生成されたプラズマによる比誘電率をε<sub>ρ</sub>とするとき、

$$f = (c / \sqrt{\epsilon_{\rho}}) / 2L_1$$

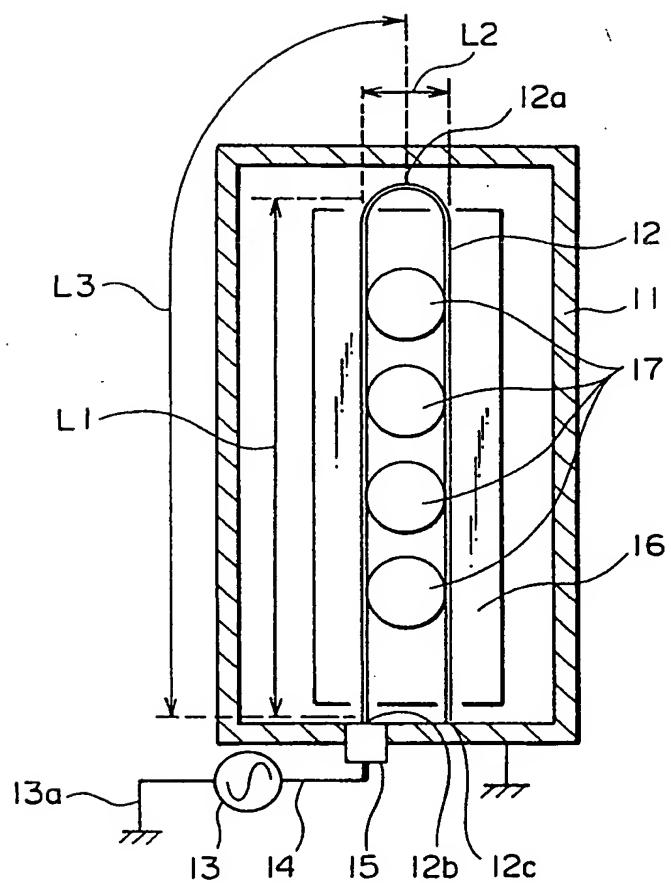
で決め、

前記定在波で前記電極周囲のプラズマの密度分布を均一化したことを特徴とするプラズマ処理方法。

18. 前記高周波の周波数は前記電極の周囲のプラズマパラメータに応じて変化されることを特徴とする請求項17記載のプラズマ処理方法。

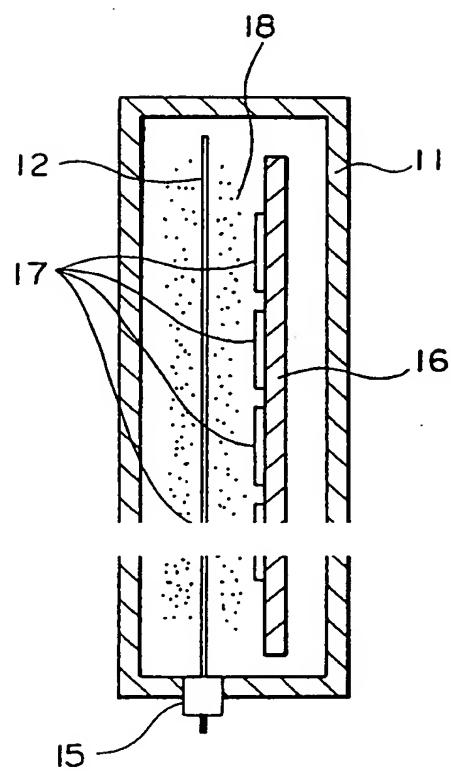
1 / 7

## 第一 図



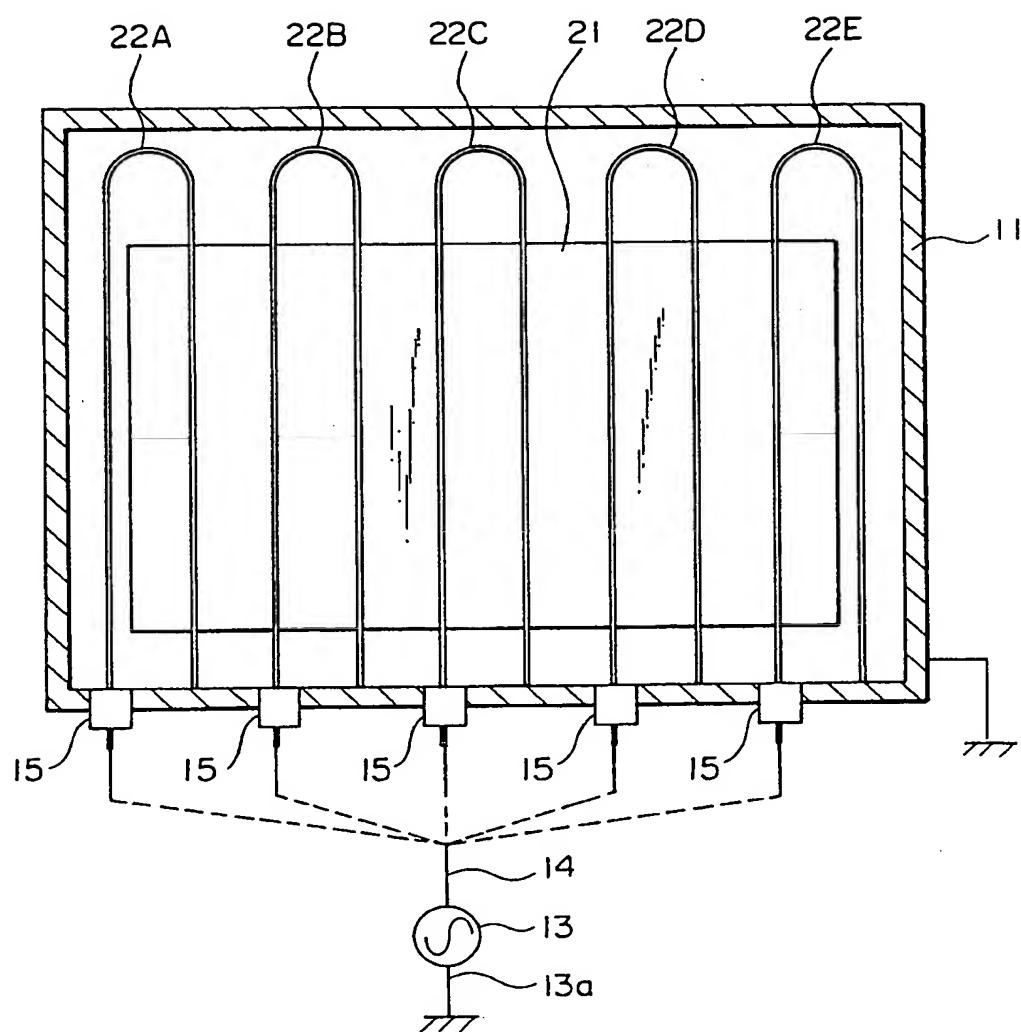
2 / 7

## 第 2 図



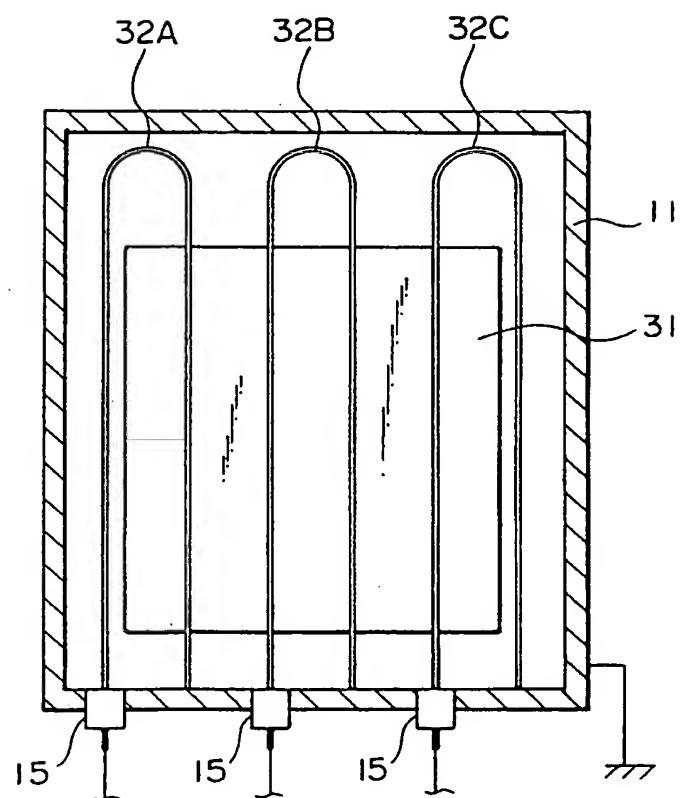
3 / 7

第 3 図



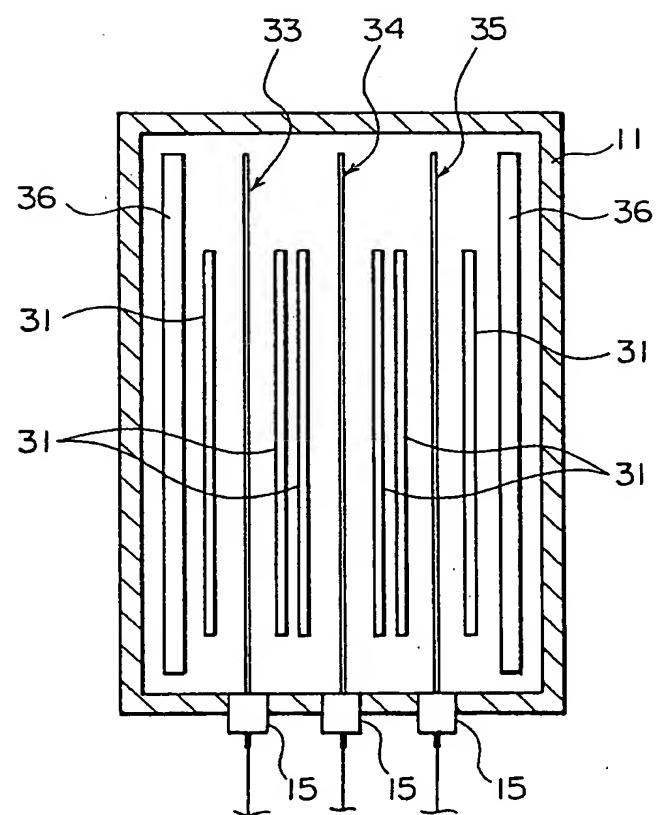
4 / 7

第 4 図



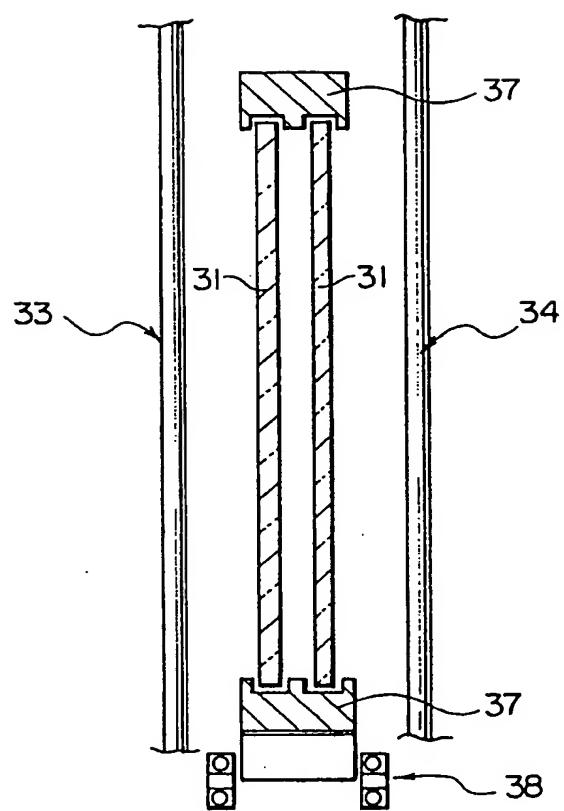
5 / 7

第 5 図



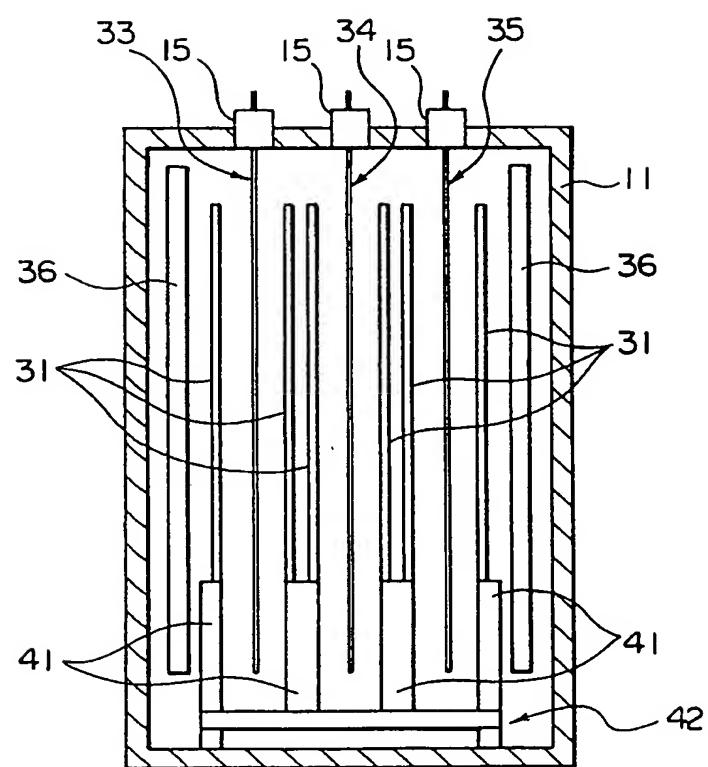
6 / 7

第 6 図



7 / 7

第 7 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06189

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05H1/46, H01L21/3065, C23F4/00, C23C16/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H05H1/46, H01L21/3065, C23F4/00, C23C16/50Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 9-293600, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 11 November, 1997 (11.11.97), Full text; Figs. 1 to 20 & US, 6030667, A & KR, 97064327, A	1-18
A	JP, 8-299785, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 November, 1996 (19.11.96), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-18
A	JP, 4-230999, A (NV Philips Gloeilampenfab.), 19 August, 1992 (19.08.92), Full text; Figs. 1 to 4 & EP, 450727, A & US, 5180949, A & NL, 9000809, A	1-18
P	JP, 2000-235953, A (Canon Inc.), 29 August, 2000 (29.08.00), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-18
P	JP, 2000-58465, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 February, 2000 (25.02.00), Full text; Figs. 1 to 14 (Family: none)	1-18

 Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01 December, 2000 (01.12.00)	Date of mailing of the international search report 19 December, 2000 (19.12.00)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06189

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P	JP, 11-354460, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 December, 1999 (24.12.99), Full text; Figs. 1 to 26 & EP, 949352, A & AU, 9916387, A	1-18

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' H05H1/46, H01L21/3065, C23F4/00, C23C16/50

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' H05H1/46, H01L21/3065, C23F4/00, C23C16/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1940-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 9-293600, A (松下電器産業株式会社) 11. 11月. 1997 (11. 11. 97) 全文, 第1-20図 & US, 6030667, A & KR, 97064327, A	1-18
A	JP, 8-299785, A (三菱重工業株式会社) 19. 11月. 1996 (19. 11. 96) 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-18

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

01. 12. 00

## 国際調査報告の発送日

19.12.00

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

村 田 尚 英 印

2 T 8117

電話番号 03-3581-1101 内線 6619

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	JP, 4-230999, A (エヌ・ベー・フィリップス・フルーランベンフアブリケン) 19. 8月. 1992 (19. 08. 92) 全文, 第1-4図 &EP, 450727, A &US, 5180949, A &NL, 9000809, A	1-18
P	JP, 2000-235953, A (キャノン株式会社) 29. 8月. 2000 (29. 08. 00) 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-18
P	JP, 2000-58465, A (三菱重工業株式会社) 25. 2月. 2000 (25. 02. 00) 全文, 第1-14図 (ファミリーなし)	1-18
P	JP, 11-354460, A (三菱重工業株式会社) 24. 12月. 1999 (24. 12. 99) 全文, 第1-26図 &EP, 949352, A & AU, 9916387, A	1-18